Aus der Augenklinik der Universität Tübingen
Direktor: Prof. Dr. H. Harms

Untersuchungen zur Entstehung des optokinetischen Nachnystagmus

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

1962

vorgelegt von

URSULA RUDOLPH

aus Gräfenroda

7191

Aus der Augenklinik der Universität Tübingen
Direktor: Prof. Dr. H. Harms

Untersuchungen zur Entstehung des optokinetischen Nachnystagmus

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

URSULA RUDOLPH

aus Gräfenroda

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Dekan:	Professor Dr. K. Brecht
1. Berichterstatter:	Dozent Dr. G. Mackensen
2. Berichterstatter:	Professor Dr. H. Harms

Fotodruck PRÄZIS · Tübingen

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549607_0055

Gliederung der Arbeit

I. Einleitung ..... S. 1

II. Methodik

1.) Reizvorrichtung zur Auslösung des optokinetischen Nystagmus ..... S. 5

2.) Registrierung des Nystagmus ..... S. 7

3.) Eichung ..... S. 9

4.) Versuchspersonen ..... S. 10

5.) Gang der Untersuchung ..... S. 11

III. Ergebnisse

1.) Ein Beispiel und allgemeine Übersicht .... S. 15

2.) Dauer des optokinetischen Nachnystagmus .. S. 18

3.) Frequenz und Amplitude ..... S. 19

4.) Ruckrichtungsumkehr ..... S. 27

5.) Überwiegen einer Nystagmusrichtung ..... S. 31

IV. Besprechung der Ergebnisse ..... S. 32

V. Zusammenfassung ..... S. 38

Literatur ..... S. 41

I. Einleitung

Optokinetischer Nystagmus (O.Ny.) ist eine Folge periodisch ablaufender ruckartiger Augenbewegungen, die beim Blick auf bewegte optische Reizmuster zustande kommen. Als optokinetischen Nachnystagmus (o.Nachny.) bezeichnet man die Fortdauer des Nystagmus nach Ausschaltung des optokinetischen Reizes.

Man rechnet den optokinetischen Nystagmus zu den "psycho-optischen Reflexen" (HOFMANN) und nimmt an, daß seine Bahn über die Sehrinde läuft. Er hat zwar unwillkürlichen, reflexähnlichen Charakter, ist aber doch dem Willen in bestimmten Grenzen unterworfen. Geübte Versuchspersonen können den o.Ny. willkürlich beeinflussen. Unterschiedliche Akkommodation, verschiedene Aufmerksamkeitszuwendung oder die Fixation eines festen Punktes vor dem

Reizmuster können den Ablauf des o.Ny. wesentlich verändern (MACKENSEN).

Beim o.Ny. und o.Nachny. unterscheidet man zwei Komponenten, eine langsame Phase, die früher als Führungsbewegung des Auges in der Richtung der sich bewegenden Konturen aufgefaßt wurde und eine rasche Phase, die als optische Einstellbewegung auf einen neuen Konturenkomplex galt. Nach neuerer Auffassung sind sowohl die langsame als auch die rasche Phase im wesentlichen vom zentralen Schaltapparat der Okulomotorik bestimmte Abläufe, die schablonenhaft vorgebildet sind und von den Reizbedingungen modifiziert werden (TER BRAAK, GRÜTTNER, MACKENSEN, ADAMS).

Der optokinetische Nachnystagmus wurde zum erstenmal von OHM (1922) beschrieben und als zentrales Nachklingen der optisch ausgelösten Erregung aufgefaßt. CORDS vermutete, der o.Nachny. werde vom Bewegungsnachbild des unmittelbar vorher dargebotenen bewegten optischen Reizmusters hervorgerufen, während FOX, COUCH, und DODGE besonders auf die Bedeutung psychischer Faktoren wie Erlernen und Gewöhnung hinwiesen. Diese Autoren registrierten nur einen sehr kurz dauernden o.Nachny. von wenigen Schlägen; CAMISASCA wies außerdem noch auf die Inkonstanz des Nachny. hin.

Die ersten Berichte über einen länger anhaltenden o.Nachny. stammen von GRÜTTNER (1939). In einigen Fällen beobachtete er auch eine Ruckrichtungsumkehr, d.h. die Rucke des o.Nachny. waren denen des vorausgegangenen o.Ny. entgegengerichtet.

KRIEGER und BENDER untersuchten 1956 den o.Nachny. bei Affen mit der elektro-oculographischen Registrierung, mit der es gelingt, gleichzeitig Augen- und Lidbewegungen ohne direkte Beobachtung fortlaufend zuverlässig zu kontrollieren. Dabei zeigte es sich, daß regelmäßig ein lang andauernder o.Nachny. registriert werden konnte, wenn nach Ausschaltung des optokinetischen Reizes keine hemmenden Konturen mehr im Gesichtsfeld vorhanden waren, was durch völlige Verdunklung nach der Reizzeit erreicht wurde.

Weitere Berichte über einen lang anhaltenden o.Nachny. beim Menschen liegen von MACKENSEN u. Mitarbeitern (WIEGMANN, KOMMERELL und SILBEREISEN, 1958-60) vor. Der o.Nachny. ist abhängig von der Drehrichtung und Winkelgeschwindigkeit des Reizmusters (WIEGMANN) und von der Dauer der Reizzeit (KOMMERELL). Im Ablauf des o.Nachny. treten beträchtliche individuelle Unterschiede auf (SILBEREISEN).

MACKENSEN und WIEGMANN warfen die Frage auf, ob der o.Nachny. durch den optokinetischen Reiz oder durch den Reizeffekt, also erst durch den motorischen Ablauf des ini-

tialen Nystagmus hervorgerufen wird. Die Tatsache, daß der o.Nachny. umso lebhafter ist, je kräftiger der initiale Reiz war (WIEGMANN) könnte für eine Abhängigkeit vom motorischen Effekt sprechen. Dagegen steht jedoch die Beobachtung, daß selbst Reizzeiten, die so extrem kurz sind, daß sie in die Latenzzeit fallen, einen Nystagmus auslösen, der definitionsgemäß als Nachnystagmus aufgefaßt werden muß (KOMMERELL). Diese nachklingenden Zuckungen können nur als Folge der Reizeinwirkung angesehen werden, da diesem Nachnystagmus kein motorischer Effekt vorausgegangen ist.

Die vorliegende Arbeit soll zur Klärung dieser Frage beitragen. Das Ziel meiner Untersuchungen ist es, den optokinetischen Reiz und den motorischen Effekt während der Reizzeit voneinander zu trennen, um das Ausmaß ihres Einflusses auf den o.Nachny. gesondert beurteilen zu können.

II. Methodik

1.) Reizvorrichtung zur Auslösung des optokinetischen Nystagmus

Als Reizvorrichtung zur Auslösung des optokinetischen Nystagmus diente eine Perimeterhalbkugel von 160 cm Radius, auf deren Innenfläche mit Hilfe eines Drehzylinders ein Streifenmuster projiziert wurde. Im Drehzylinder befindet sich eine Einfadenglühbirne von 78 Watt, deren Licht durch Schlitze im Zylindermantel mit gleichmäßigen Abständen fällt. Der Drehzylinder wird von einem Elektromotor mit regelbarer Laufrichtung und Geschwindigkeit angetrieben. Die gleichmäßige Ausleuchtung der Kugelinnenfläche wird durch zwei Projektoren von je 500 Watt erreicht. Das Licht dieser Projektoren wird auf eine die Halbkugel abschließende Frontplatte gelenkt, von der es diffus in die Kugel zurückgeworfen wird. Die Leuchtdichte des Umfeldes beträgt etwa 10 asb. Die durch die Blendenöffnungen des Zylinders erzeugten Streifen haben eine Breite von 1^{o} und erscheinen im Abstand von 10^{o} auf der Projektionsfläche. Durch Beugung am Spalt sind die Streifen des projizierten Musters nicht scharf. Ihre Leuchtdichte beträgt 50 asb. Bei dieser Anordnung füllt das Reizmuster fast das gesamte Gesichtsfeld der Versuchsperson aus.

Der im zweiten Teil des Versuchsprogramms verwendete Fixationspunkt wird durch einen SCHOBER'schen Lichtpunktwerfer als deutlich überschwelliger roter Fleck entworfen, der mit einem Verschluß zur intermittierenden Darbietung versehen ist. Den für die Eichung benötigten zweiten Fixationspunkt projiziert ein weiterer SCHOBER'scher Lichtpunktwerfer.

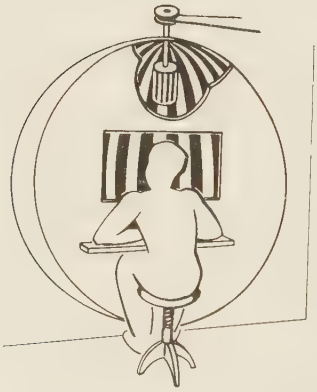


Abb. 1

Schematische Darstellung der Versuchsanordnung. Versuchsperson vor dem Reizmuster. Das Streifenmuster wird mit Hilfe einer Einfadenlampe und eines mit Schlitzen versehenen Drenzylinders in eine Perimeternalbkugel hineinprojiziert.

Erfahrungsgemäß tritt bei einer Umlaufgeschwindigkeit des Reizmusters von 60^{o}/sec ein kräftiger regelmäßiger Nystagmus auf. Diese Streifenmustergeschwindigkeit wurde daher auch für unsere Untersuchungen gewählt.

2.) Registrierung des Nystagmus

Der o.Ny. ist durch verschiedene Größen gekennzeichnet: Als A m p l i t u d e wird im allgemeinen die Bewegung des Auges während der raschen Phase bezeichnet. Sie wird in Winkelgraden angegeben.

Unter der F r e q u e n z versteht man die Anzahl der Nystagmusrucke in der Sekunde.

Unter dem von OHM geprägten Begriff der S t ä r k e des o.Ny. wird das Produkt aus Amplitude und Frequenz verstanden. Den gleichen Wert bezeichnete KESTENBAUM als Energie des o.Ny. Dieses Produkt gibt die Summe der Amplituden in der Sekunde an.

Die Geschwindigkeiten der langsamen und raschen Phase werden in $^{o}sec^{-1}$ angegeben.

Die Aufzeichnung des Nystagmus erfolgte mit Hilfe der E l e k t r o o c u l o g r a p h i e . Als Gerät diente ein direkt auf Papier schreibender Elektroencephalo-

graph der Firma Fritz SCHWARZER, München, der mit Verstärkern und Registriersystemen speziell für die Oculographie ausgerüstet ist. Die Ableitung der die Augenbewegungen begleitenden Potentialschwankungen erfolgte "bitemporal" durch zwei Klebeelektroden, die beiderseits am schläfenwärtigen Lidwinkel befestigt wurden.

Von den im Registriergerät zur Verfügung stehenden 6 Kanälen wurden 4 wie folgt verwendet:

Im 1. Kanal wurden die bitemporal abgegriffenen Potentiale registriert. Die hier aufgezeichnete Kurve gibt die Bewegungen des Augenpaares als Funktion der Zeit wieder. Der 2. Kanal zeichnete die vom rechten Lidwinkel gegen das rechte Ohrläppchen, der 3. Kanal die vom linken Lidwinkel gegen das linke Ohrläppchen abgeleiteten Potentiale nur eines Auges auf. Die Ohrelektroden dienen dabei als indifferente Elektroden. Die Einzelableitungen 2 und 3 gestatten nicht nur eine getrennte Beurteilung der Bewegungen des linken und rechten Auges, sondern sie ermöglichen auch eine Unterscheidung von Lidschlägen und Augapfelbewegungen. Lidbewegungen bewirken eine gegensinnige Auslenkung der Schreibhebel, während koordinierte Augenbewegungen gleichsinnige Auslenkungen hervorrufen. Im 4. Kanal, der mit einem Gleichstromverstärker ausgerüstet ist, wird mit Hilfe eines Photoelementes das rotierende Streifenmuster registriert. Der hier aufgezeichnete Kurvenzug gibt je-

den vorbeilaufenden Streifen als kleinen, jede volle Zylinderumdrehung als großen Ausschlag wieder (Abb. 2). Gleichzeitig kann man im 4. Kanal Beginn und Ende der optokinetischen Reizung ablesen.

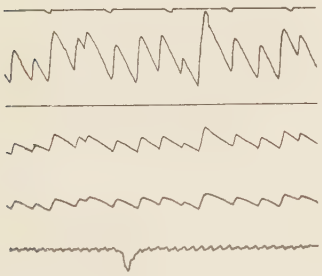


Abb. 2
Beispiel einer oculographisch gewonnenen Kurve mit optokinetischem Nystagmus.

3.) Eichung

Um die Augenbewegungen aus den gewonnenen Kurven auch quantitativ analysieren zu können, muß stets eine Eichung durch Registrierung von Bewegungen bekannten Ausmaßes vorangehen.

Die Ausmessung der Nystagmuskurven erfolgte nach der im 1. Kanal aufgezeichneten bitemporalen Ableitung, da nur diese die Augenbewegungen mit unverzerrter Amplitude wiedergibt.

Die Untersuchungen von MACKENSEN und HARDER zeigen, daß die Höhe des gemessenen Potentials bei bitemporaler Ableitung für Blickbewegungen bis zu 30° dem Ausmaß der Deviation mit ausreichender Genauigkeit direkt proportional ist. Für die Eichung genügt daher die Aufzeichnung nur einer bestimmten Deviationsgröße.

Bei unseren Untersuchungen wurde die Eichung in folgender Weise durchgeführt: Bei hellem Umfeld wurden auf der Projektionsfläche der Perimeterhalbkugel zwei gleichgroße Lichtpunkte im Abstand von 20° dargeboten. Die Versuchsperson erhielt die Weisung, nach Aufforderung abwechselnd die beiden Punkte zu fixieren. Es wurden jeweils mindestens 10 Blickrichtungen registriert, der Mittelwert bestimmt und daraus die Auslenkung für 1° in Millimetern berechnet.

Da sich erfahrungsgemäß die Höhe des Potentials im Laufe der Untersuchung nur geringgradig ändert, wurde die Eichung nur einmal, zu Beginn der Untersuchung, durchgeführt.

4.) Versuchspersonen

Die hier mitgeteilten Ergebnisse wurden an 20 gesunden Versuchspersonen gewonnen, bei denen keine Brechungsfehler erheblichen Grades und keine Anzeichen organischer Nervenleiden vorlagen. Die Versuche wurden bei 10 Vpn. am Vormittag, bei 10 am Nachmittag durchgeführt.

5.) Gang der Untersuchung

Der Gang einer Untersuchung war folgender:
Die Versuchsperson saß in bequemer Haltung auf einem verstellbaren Schemel. Die Hände und Arme waren auf eine Querleiste gelegt, der Kopf wurde durch eine Kinnstütze fixiert. Durch ein Fenster in der Frontplatte ragte der Kopf der Vp. etwas in die Perimeterhalbkugel hinein. Zu Beginn wurde das spontane m o t o r i s c h e V e r h a l t e n der Augen bei D u n k e l h e i t geprüft. Die Vp. erhielt den Auftrag, ruhig und entspannt geradeaus zu sehen. In dieser Zeit auftretende spontane Augenbewegungen wurden etwa 30 sec lang registriert. Nach entsprechender Helladaptation schloß sich daran die vorher beschriebene E i c h u n g an. Dann erfolgte die o p t o k i n e t i s c h e R e i z u n g , die bei allen Versuchen jeweils eine Minute lang mit einer Geschwindigkeit von 60°/sec vorgenommen wurde. Die Reizzeit wurde mit einer Stoppuhr gemessen. Danach wurde das gesamte Licht in der Perimeterkugel gelöscht. Die Versuchsperson hatte die Weisung, in dieser Zeit geradeaus in die D u n k e l h e i t zu sehen. Die Augenbewegungen während der Reizung und die nach Ausschalten des Lichtes wurden fortlaufend registriert.

Nun folgte im zweiten Teil des Versuches die H e m m u n g des o p t o k i n e t i s c h e n N y s t a g m u s w ä h r e n d d e r R e i z m u s t e r d a r b i e t u n g durch einen Fixierpunkt: Nach einer Pause von 5 Minuten erhielt die Vp. den Auftrag, während der optokinetischen Reizung einen Lichtpunkt zu fixieren, der in Augenhöhe auf der Projektionsfläche dargeboten wurde. Das Reizmuster lief jetzt nur mit der "r e l a t i v e n S t r e i f e n g e s c h w i n d i g k e i t", d.h. etwa mit der Geschwindigkeit, in der die Streifen während der gewöhnlichen optokinetischen Reizung über die Retina des bewegten Auges wandern. Die relative Streifengeschwindigkeit wurde während der Versuchspause aus der Differenz der Reizmustergeschwindigkeit im ersten Teil des Versuches (60^{o}/sec) und der mittleren Geschwindigkeit der langsamen Phase des Nystagmus bestimmt. Die Geschwindigkeit der langsamen Phase kann aus der gewonnenen Kurve in folgender Weise einfach ermittelt werden (Abb. 3):

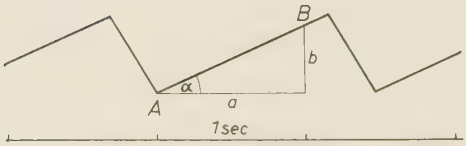


Abb. 3
Bestimmung der mittleren Phasengeschwindigkeit (Erklärung siehe

Die Augenbewegung, die in Punkt A beginnt, hat nach 1 sec Punkt B erreicht. Der Kurvenzug steigt also unter dem Winkel α in 1 sec zur Amplitude b an. Es gilt dann

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{a} \qquad \text{oder } b = \operatorname{tg} \alpha \cdot a$$

Da nun b der in Winkelgraden gemessenen Augenbewegung direkt proportional ist, läßt sich mit Hilfe des bei der Eichung gewonnenen Proportionalitätsfaktors allein aus dem Winkel α und Ablaufgeschwindigkeit des Registrierstreifens die Geschwindigkeit der Augenbewegung V_1 in $^{o}sec^{-1}$ bestimmen. Dazu muß b ($\operatorname{tg} \alpha \cdot a$) durch den Eichwert für 1^{o} dividiert werden

$$V_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot a}{E} \qquad {}^{o}sec^{-1}$$

a = 30 mm (Papiervorschub in der Sekunde).

Auf diese Weise läßt sich die Intensität der optokinetischen Reizeinwirkung auf das unbewegte Auge der Wirkung auf das frei bewegte Auge annähern. Eine genaue Angleichung ist nicht möglich, da die Reizung bei gleichzeitigem Ablauf des Nystagmus intermittierend ist. Außerdem liegt während der langsamen Nystagmusphase kein gleichförmiger Bewegungsablauf vor, wie in Abb. 3 vereinfachend dargestellt wurde, die relative Streifengeschwindigkeit ändert sich demnach ständig.

Die optokinetische Reizung mit Bremsung des o.Ny. durch einen Fixierpunkt hatte - wie die Reizung ohne Fixierpunkt - eine Dauer von 60 sec. Registriert wurden die ersten und letzten 10 Sekunden der Reizung, sowie die nach Ausschalten des Lichtes auftretenden Augenbewegungen.

Bei allen Versuchen wurde das Verhalten des Nystagmus bei Links- und Rechtsdrehung des Reizmusters geprüft. Zwischen beiden Drehrichtungen wurde eine Pause von 5 Minuten eingelegt.

Zur Auswertung wurden nur die Kurven der Vpn. herangezogen, bei denen die Fixation des unbewegten Punktes auch eine vollständige Hemmung des o.Ny. ergab.

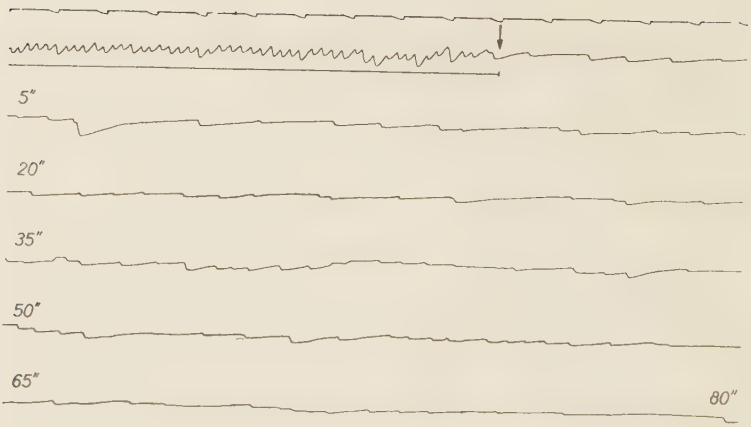
III. Ergebnisse

1.) Ein Beispiel und allgemeine Übersicht

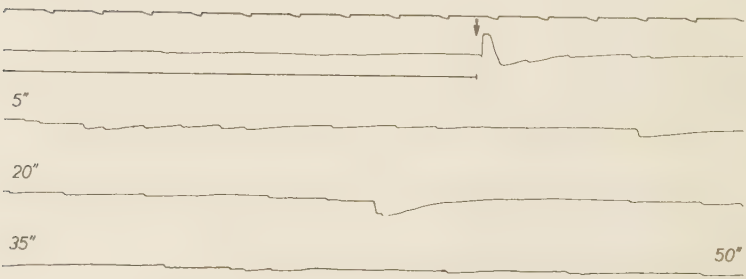
Ein Beispiel für das Verhalten des o.Nachny. nach vorausgehendem o.Ny. und nach Hemmung des primären o.Ny. ist in Abb. 4 dargestellt worden.

Der o.Ny. ist gekennzeichnet durch eine mittlere, annähernd gleichbleibende Amplitudenhöhe und eine hohe regelmäßige Frequenz. Ihm folgt nach Beendigung der Reizzeit sofort ein ausgeprägter o.Nachny. von 80 sec Dauer. Der o.Nachny. weist im ganzen eine kleinere Amplitude und geringere Frequenz auf. Die Amplitude nimmt mit der Dauer ständig ab. Durch Fixation eines unbewegten Punktes während der Reizung wird der o.Ny. völlig gehemmt. Nach Ausschalten des Lichtes tritt ebenfalls sofort ein o.Nachny. auf, dessen Dauer jedoch nur etwa 50 sec beträgt. Er hat eine noch geringere Frequenz und kleinere Amplitude als der erste o.Nachny. und auch nicht dessen Regelmäßigkeit der Schlagfolge. Dieses Verhalten wurde aber nur bei Rechtsdrehung beobachtet. Bei Linksdrehung des Reizmusters zeigte die Vp. nur einen kurzdauernden und nach Hemmung des primären Ny. überhaupt keinen o.Nachny.

Bei allen 20 Vpn. wurde nach einem normal ablaufenden primären o.Ny. auch ein o.Nachny. beobachtet. Nach Hemmung des initialen o.Ny. durch Fixieren eines ruhenden



a



b

Abb. 4

a Optokinetischer Nystagmus und -Nachnystagmus nach einer Reizdauer von 60 sec. Dargestellt sind die letzten 10 sec der Reizzeit. Reizende bei ↓ . Die fortlaufende Kurve ist in untereinandergesetzte Stücke zerteilt worden.

b Optokinetischer Nachnystagmus nach Hemmung des initialen optokinetischen Nystagmus. Nach Reizende (↓) erfolgt eine ausgiebige ungewöhnliche Kurvenauslenkung, zu der möglicherweise auch eine Lidbewegung beigetragen hat.

Punktes während der optokinetischen Reizung trat, wie aus Tab. 1 hervorgeht, bei 7 der Vpn. ein o.Nachny. sowohl nach Rechts- als auch nach Linksdrehung des Reizmusters auf. Bei 8 Vpn. konnte er nur in je einer Drehrichtung registriert werden, während 5 Vpn. keinen o.Nachny. aufwiesen.

Tabelle 1

Gesamtdauer des optokinetischen Nachnystagmus

Vp.	ohne Fix.-punkt Reizmustergeschw. $60^{\circ}sec^{-1}$		mit Fix.-punkt "relative Reizmustergeschw."	
	Rechts-Nachny.	Links-Nachny.	Rechts-Nachny.	Links-Nachny.
1. W.,L.	30	40	-0	15
2. Sch.,J.	60	100	50	50
3. W.,U.	10	90	-	30
4. G.,K.	40	50	-	-
5. W.,R.	90	30	-	-
6. R.,U.	20	105	20	30
7. B.,H.F.	15	150	-	80
8. S.,U.	60	40	-	10
9. V.,J.	60	115	70	40
10. Sch.,G.	80	60	40	45
11. W.,R.	45	20	25	-
12. A.,F.	25	60	-	20
13. L.,R.	30	50	-	-
14. S.,D.	80	50	14	8
15. W.,F.	32	25	-	-
16. L.,A.	95	80	7	10
17. K.,W.	40	60	28	-
18. B.,K.H.	30	30	10	-
19. W.,O.	80	50	-	-
20. R.,W.	30	80	-	50
M	49,5	59,25	30,4	37,8

2.) Dauer des optokinetischen Nachnystagmus

Die Dauer des o.Nachny. streut erheblich, und zwar sowohl bei den verschiedenen Vpn. als auch bei Untersuchungen einer Vp. mit verschiedenen Drehrichtungen. Nach normal ablaufendem primären o.Ny. schwankt die Dauer des o.Nachny. zwischen 15 und 150 sec (im Mittel 54 sec). Nach Hemmung des initialen o.Ny. wurden Nachny.-werte zwischen 7 und 80 sec (im Mittel 33 sec) gefunden. Bei Vpn., die schon nach der Reizeinwirkung auf das frei bewegliche Auge einen relativ kurz dauernden o.Nachny. zeigen, fällt auf, daß sie nach Hemmung des primären o.Ny. nur einen sehr kurzen oder überhaupt keinen o.Nachny. aufweisen (vergl. Tab. 1). Bemerkenswert ist, daß Vp. 6 beim Rechts-Nachny. in beiden Versuchen gleiche Zeiten zeigt und daß Vp. 9 nach vorangegangener Hemmung sogar einen längeren o.Nachny. aufweist. Der Beginn des o.Nachny. erfolgt bei allen Versuchen sofort nach Ausschalten des optokinetischen Reizes. Eine Latenz, wie sie zuweilen in früheren Untersuchungen gefunden wurde, konnte nicht beobachtet werden.

Das Ende des o.Nachny. ist nicht immer sicher zu bestimmen. Es ist dann angenommen worden, wenn die vorher das Kurvenbild beherrschenden gerichteten Augenrucke in ungerichtete Augenbewegungen übergehen ähnlich den Spontanbewegungen beim Dunkelversuch. Nach Hemmung des primären o.Ny. ist das Ende des o.Nachny. noch schwerer festzulegen, da Amplitude und Frequenz in den meisten Fällen sehr kleine Werte aufweisen und das ganze Kurvenbild große Unregelmäßigkeiten zeigt.

Bei dieser Gelegenheit ist hervorzuheben, daß mit der Elektrooculographie nur Augenbewegungen registriert werden können, deren Amplitude mindestens 1 Grad beträgt. Es ist durchaus denkbar, daß als Folge einer optokinetischen Reizung Rucke auftreten können, die zu klein sind, um mit den uns zur Verfügung stehenden Geräten erfaßt werden zu können.

3.) Frequenz und Amplitude

Erhebliche individuelle Unterschiede treten auch in beiden, den o.Nachny. charakterisierenden Größen, der Frequenz und der Amplitude, auf. Die einzelnen Vpn. zeigen unter gleichen Versuchsbedingungen im Kurvenverlauf ein verschiedenes Verhalten. Gewöhnlich findet sich die Kombination einer hohen Frequenz mit einer niedrigen Amplitude oder einer geringen Frequenz mit einer großen Amplitude. Andere Kombinationen sind möglich aber selten.

Tab. 2 gibt Aufschluß über die Frequenzmittelwerte der einzelnen Vpn., berechnet jeweils für die Gesamtdauer. Der o.Nachny. hat regelmäßig eine wesentlich niedrigere Frequenz als der o.Ny. Eine noch geringere Frequenz wird in den meisten Fällen beim o.Nachny. nach vorangegangener Hemmung des initialen Ny. beobachtet. Bei Vp.2 und 14 ist die Frequenz nach Hemmung höher, bei Vp. 6 ist sie gleich.

Tabelle 2

Frequenzmittelwerte berechnet für die Gesamtdauer

Vp.	Schlag-richtung	Nystagmus	Nachnystagmus ohne Fix.p.	Nachnystagmus mit Fix.p.
1	R	2,75	0,73	0,2
W., L.	L	2,45	0,62	0,33
2	R	2,9	0,55	0,46
Sch., J.	L	4,2	1,0	0,32
3	R	3,6	0,45	-
W., U.	L	4,25	0,65	0,5
4	R	3,2	0,45	-
G., K.	L	2,9	0,36	-
5	R	3,05	0,7	-
W., R.	L	2,35	1,0	-
6	R	3,4	0,25	0,25
R., E.	L	3,4	0,87	0,33
7	R	3,95	0,3	-
[illegible]	L	4,15	1,1	0,6
8	R	4,45	1,1	-
S., G.	L	4,05	1,5	0,2
9	R	2,5	0,5	0,2
V., [illegible]	L	2,2	0,4	0,2
10	R	4,0	0,8	0,7
[illegible]	L	4,2	1,0	0,7
11	R	2,45	0,7	0,3
W., R.	L	2,45	0,5	-
12	R	3,5	0,7	-
A., F.	L	3,0	1,0	0,6
13	R	3,1	0,45	-
L., K.	L	3,45	0,26	-
14	R	2,65	0,63	0,38
S., [illegible]	L	2,0	0,34	0,6
15	R	4,35	1,1	-
[illegible], F.	L	3,4	0,44	-
16	R	3,15	0,6	0,57
L., A.	L	2,7	0,8	0,37
17	R	1,7	0,77	0,35
K., W.	L	1,95	0,5	-
18	R	3,0	0,56	0,2
[illegible]	L	2,8	0,7	-
19	R	2,45	0,6	-
W., O.	L	1,85	0,6	-
20	R	4,05	0,47	-
R., W.	L	4,75	0,63	0,6
M	R	3,21	0,61	0,36
	L	3,13	0,71	0,45 (Hz)

Tabelle 3

Mittlere Amplitudenhöhen

Vp.	Schlag-richtung	Nystagmus	Nachnystagmus ohne Fix.-p.	Nachnystagmus mit Fix.-p.
1	R	10,25	4,2	2,9
W.,L.	L	13,0	3,8	3,0
2	R	8,5	3,4	2,3
Sch.,J.	L	13,8	6,5	1,9
3	R	8,15	4,5	-
K.,U.	L	11,45	3,7	1,4
4	R	13,85	5,3	-
G.,K.	L	12,3	7,5	-
5	R	5,5	3,3	-
W.,R.	L	7,75	1,8	-
6	R	10,2	10,4	3,4
R.,L.	L	12,3	9,4	1,5
7	R	5,45	2,0	-
B,H.P.	L	5,4	2,0	1,5
8	R	8,25	4,7	-
S.,U.	L	8,2	3,5	2,6
9	R	11,15	10,2	5,7
V.,J.	L	10,85	7,0	7,0
10	R	8,7	2,7	2,8
Sch.,G.	L	9,6	3,9	2,5
11	R	12,15	4,8	1,4
K.,R.	L	14,7	4,0	-
12	R	10,7	2,3	-
A.,F.	L	12,25	4,0	2,9
13	R	12,15	5,2	-
L.,R.	L	8,5	4,8	-
14	R	12,2	4,0	2,0
S.,D.	L	18,9	3,0	2,5
15	R	6,45	3,1	-
W.,P.	L	7,25	3,6	-
16	R	10,6	5,9	2,8
L.,A.	L	14,85	4,9	3,2
17	R	19,5	8,0	7,0
K.,W.	L	16,5	5,7	-
18	R	10,5	5,3	3,7
B.,G.M.	L	14,05	7,0	-
19	R	16,9	5,3	-
M.,O.	L	20,5	6,0	-
20	R	7,4	6,2	-
K.,K.	L	7,75	3,3	3,3
I	R	12,3	5,05	3,4
	L	12,8	4,77	2,8 (°)

Tabelle 4

Mittlere Stärke des Nachnystagmus

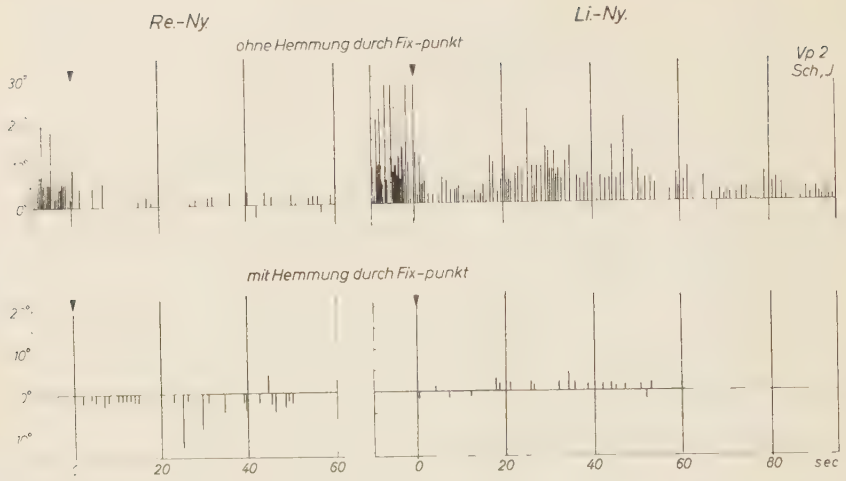
Vp.	Schlag-richtung	Geschw.d. Reizmusters ($^{\circ}sec^{-1}$)	Nachny. ohne Fix.-p.	Geschw.d. Reizmusters ($^{\circ}sec^{-1}$)	Nachny. mit Fix.-p.
1	R	60	3,07	30	0,58
W., L.	L		2,36	35	0,99
2	R	"	1,19	20	1,06
Sch., J.	L		6,50	20	0,6
3	R	"	2,03	10	-
W., U.	L		3,41	10	0,7
4	R	"	2,39	15	-
G., K.	L		2,7	15	-
5	R	"	2,31	35	-
W., R.	L		1,86	40	-
6	R	"	2,6	15	0,85
R., U.	L		8,18	10	0,5
7	R	"	0,6	12	-
B., H.P.	L		2,0	15	0,9
8	R	"	5,17	10	-
S., U.	L		5,25	15	0,52
9	R	"	5,15	10	1,14
V., J.	L		2,8	10	1,4
10	R	"	2,16	15	2,16
Sch., G.	L		3,9	12	1,89
11	R	"	3,36	20	0,42
W., R.	L		2,00	15	-
12	R	"	1,61	15	-
A., F.	L		4,0	20	1,74
13	R	"	2,24	10	-
L., R.	L		1,27	10	-
14	R	"	2,52	18	0,76
S., D.	L		1,02	18	1,5
15	R	"	3,41	20	-
W., F.	L		1,58	20	-
16	R	"	3,55	20	1,39
L., A.	L		3,92	15	1,18
17	R	"	6,16	15	2,45
M., W.	L		2,85	15	-
18	R	"	3,07	20	0,74
B., K.H.	L		4,9	20	-
19	R	"	5,13	12	-
W., O.	L		3,6	15	-
20	R	"	6,91	15	-
..., W.	L		1,0	15	1,98
∅	R		2,9		1,17
	L		3,71		1,07 ($^{\circ}sec^{-1}$)

Bei den mittleren Werten der Amplitude (Tab. 3) kann - analog den Feststellungen bezüglich der Frequenz - ebenfalls eine Reduktion beobachtet werden. Mit Ausnahme von Vp. 9 und 10 ist die Frequenz beim Nachny. nach Hemmung wesentlich niedriger als beim Nachny. ohne Hemmung des primären Nystagmus.

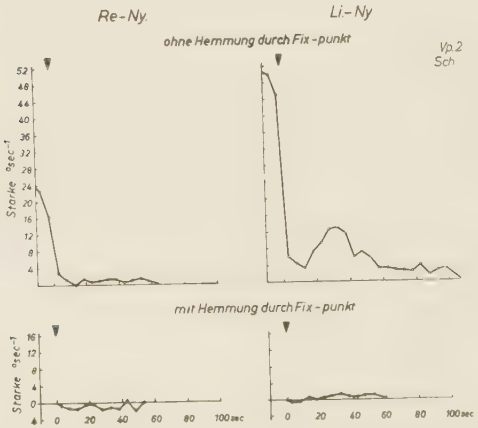
In den Abb. 5, 6 und 7 soll an Beispielen einzelner Vpn. das Verhalten von Amplitude und Frequenz im Verlauf des o.Nachny. anschaulich gemacht werden.

Die wesentlich geringere Intensität des o.Nachny. nach Hemmung des initialen Ny. im Vergleich mit der des o.Nachny. ohne vorherige Hemmung tritt noch deutlicher hervor, wenn man die mittlere Stärke als Produkt aus mittlerer Amplitude und Frequenz bestimmt. Aus Tab. 4 ist zu ersehen, daß die Stärke nach Hemmung nur beim Links-Ny. der Vp. 14 ein wenig höher liegt als die ohne vorherige Hemmung. Bei allen anderen Vpn. erweist sie sich als erheblich geringer.

Ein übersichtliches Bild zur Charakterisierung des Nachnystagmusablaufs erhält man auch, wenn die mittlere Stärke des o.Nachny. für kleinere Zeitabschnitte bestimmt und als Funktion der Zeit dargestellt wird.



a



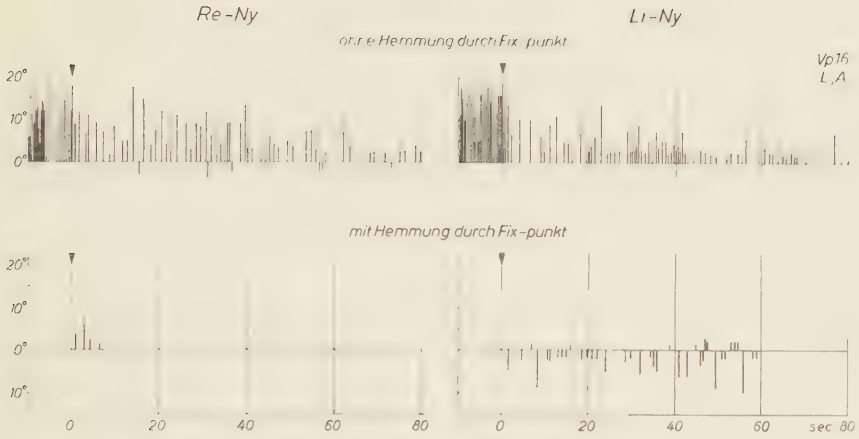
b

Abb.5

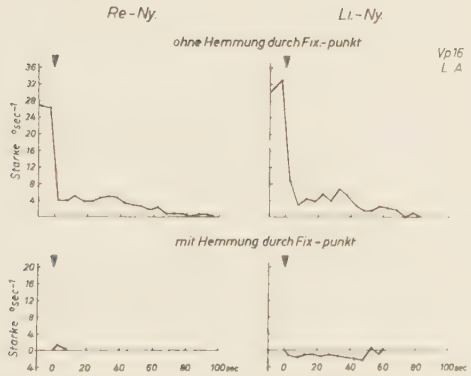
Beispiel für optokinetischen Nachnystagmus mit vorausgehendem o.Ny. und nach Bremsung des initialen o.Ny. (Vp.Sch.,J.).

a Darstellung der Amplitude jeder Nystagmuszuckung durch einen senkrechten Strich. Ordinate: Amplitude in Grad. Abszisse: sec. Nach unten verlaufende Striche zeigen eine Schlagrichtungsumkehr an.

b Darstellung des Nachnystagmusablaufes durch die mittlere Stärke für Zeiteinheiten von je 5 sec.



a



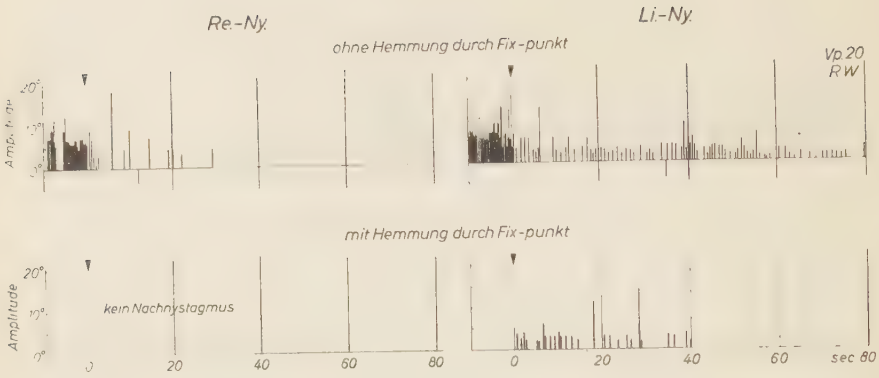
b

Abb.6

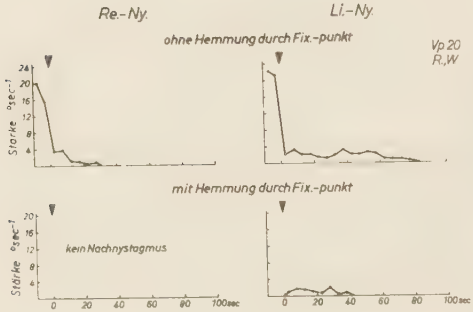
Beispiel für optokinetischen Nachnystagmus (Vp.L.,A.) mit vorausgehendem o.Ny. und nach Bremsung des initialen o.Ny.

a Darstellung der Amplitude jeder Nystagmuszuckung durch einen senkrechten Strich. Ordinate: Amplitude in Grad. Abszisse: sec.

b Darstellung des Nachnystagmusablaufes durch die mittlere Stärke für Zeiteinheiten von je 5 sec.



a



b

Abb.7

Beispiel für optokinetischen Nachnystagmus (Vp.R.,W.) mit vorausgehendem o.Ny. und nach Bremsung des initialen o.Ny.

a Darstellung der Amplitude jeder Nystagmuszuckung durch einen senkrechten Strich. Ordinate: Amplitude in Grad. Abszisse: sec.

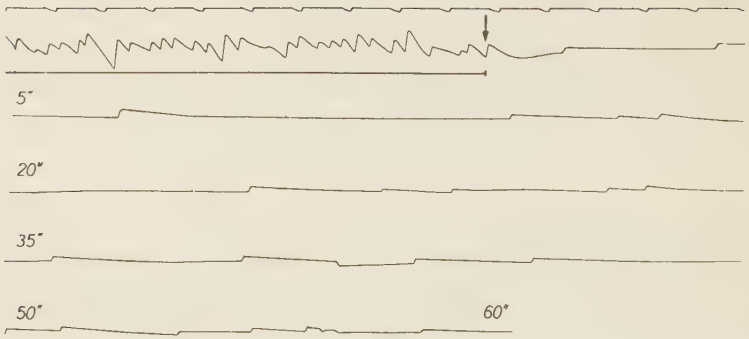
b Darstellung des Nachnystagmusablaufes durch die mittlere Stärke für Zeiteinheiten von je 5 sec.

In Abb. 5 b, 6 b und 7 b sind einige so gewonnene Diagramme wiedergegeben. Die Intensität des o.Nachny. fällt nicht immer kontinuierlich ab, sie kann vorübergehend wieder ansteigen. Beim Vergleich der einzelnen Diagramme miteinander wird wieder die wesentlich geringere Stärke des o.Nachny. nach Hemmung des primären Ny. deutlich.

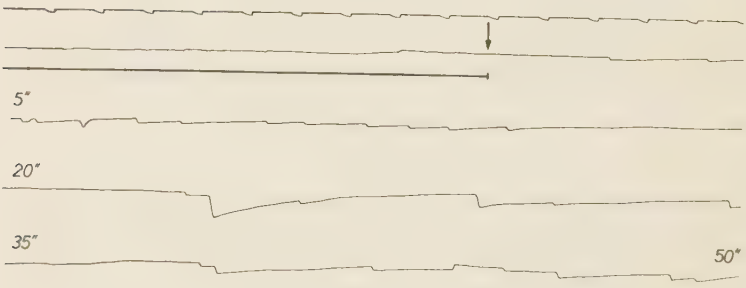
4.) Ruckrichtungsumkehr

In der Regel sind die Rucke des o.Nachny. denen des o.Ny. gleichgerichtet, d.h. auf einen Rechts-Ny. folgt auch ein Rechts-Nachny. Auf die Drehrichtung des Reizmusters bezogen: Rechtsdrehung des Reizmusters löst einen o.Ny. und o.Nachny. nach links aus. Bei unseren Versuchen konnte in 6 Fällen eine eindeutige Ruckrichtungsumkehr beobachtet werden, und zwar 4 mal beim o.Nachny. ohne vorherige Hemmung und 2 mal nach Hemmung des primären Nystagmus.

Die Abb. 8 zeigt den o.Nachny. der Vp. 2 ohne und mit Hemmung durch einen Fixationspunkt während der optokinetischen Reizung. Bei Linksdrehung des Reizmusters setzt nach einem unregelmäßigen Rechts-Ny. auch ein Rechts-Nachny. ein mit annähernd gleichbleibender Amplitude und relativ kleiner Frequenz. Seine Dauer beträgt 60 sec. Nach Linksdrehung des Reizmusters unter gleichzeitiger Darbietung eines Fixationspunktes wird der Rechts-Ny. gehemmt, nach Ausschalten der Reizung tritt



a



b

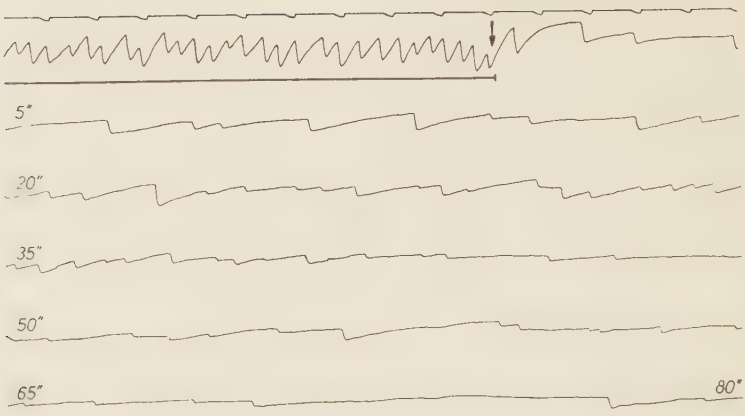
Abb.8

a Optokinetischer Rechts-Nystagmus und -Nachnystagmus (Vp.Sch.,J.) nach einer Reizdauer von 60 sec. Dargestellt sind die letzten 10 sec der Reizzeit. Reizende bei ↓. Die fortlaufende Kurve ist in untereinander gesetzte Stücke zerteilt worden.

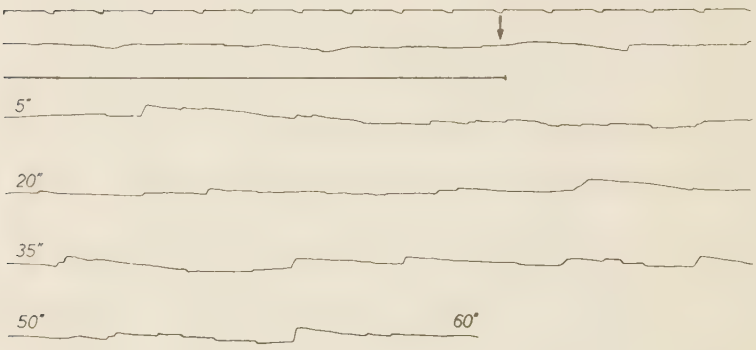
b Optokinetischer Nachnystagmus nach Hemmung des initialen optokinetischen Nystagmus. Nach Reizende sind die Nachnystagmusrucke fast ausschließlich nach links gerichtet.

trotzdem ein ausgeprägter Nachny. von 50 sec Dauer auf, dessen Rucke aber fast ausschließlich nach links gerichtet sind. Die Amplitude ist kleiner als beim ersten Versuch, die Frequenz höher. Bei Rechtsdrehung des Reizmusters kommt es bei derselben Vp. nach einem starken Links-Ny. zu einem langdauernden Nachny. in der gleichen Richtung mit gleichmäßiger Amplitude und hoher Frequenz. Nach Hemmung des primären Links-Ny. folgen nach Ende der Reizung zunächst etwa 20 sec lang einige sehr kleine Rechtsrucke, danach ist der Nachny. bis zur 56. sec jedoch vorwiegend nach links gerichtet.

Die Vp. 16 (Abb.9) zeigt ein ähnliches Verhalten: Nach Rechtsdrehung des Reizmusters und gleichzeitiger Fixation des unbewegten Punktes tritt ein lange anhaltender Nachny. auf, dessen Rucke nicht - wie eigentlich zu erwarten ist - nach links, sondern fast ausschließlich nach rechts gerichtet sind. Unter gleichen Bedingungen weist dieselbe Vp. nach Linksdrehung einen Rechts-Nachny. auf, der aber nur etwa 7 sec anhält und nur aus wenigen winzigen Rucken besteht. Unterbleibt die Hemmung, tritt nach einem bemerkenswert regelmäßigen Ny. ein ausgeprägter langdauernder Nachny. jeweils in der gleichen Richtung auf.



a



b

Abb.9

a Optokinetischer Links-Nystagmus und -Nachnystagmus (Vp.L.,A.) nach einer Reizdauer von 60 sec. Dargestellt sind die letzten 10 sec der Reizzeit. Reizende bei ↓. Die fortlaufende Kurve ist in untereinander gesetzte Stücke zerteilt worden.

b Optokinetischer Nachnystagmus nach Hemmung des initialen optokinetischen Nystagmus. Die Rucke erfolgen fast ausschließlich in der Gegenrichtung.

5.) Überwiegen einer Nystagmusrichtung

Bei der Durchsicht der Kurven und Tabellen fällt auf, daß der Links-Nachny. bei einigen Vp. länger andauert und stärker ausgeprägt ist als der Nachny. nach rechts. Auch nach Hemmung des initialen o.Ny. fand ich 12 mal einen Links-Nachny., während Rechts-Nachny. nur 10 mal auftrat.

Die durchschnittliche Dauer des Nachny. ohne vorherige Hemmung nach links beträgt 59,25 sec, nach rechts nur 49,5 sec. Die mittlere Frequenz und Stärke ist beim Links-Nachny. ebenfalls höher als beim Rechts-Nachnystagmus.

Die gleichen Seitenunterschiede - mit entsprechend geringeren Differenzen - finden sich auch beim Nachny., der nach Hemmung des primären Ny. auftritt. Auch hier liegt ein geringes Linksüberwiegen vor.

Eine statistische Bearbeitung des Materials wurde wegen der relativ geringen Anzahl der Vpn. nicht vorgenommen.

IV. Besprechung der Ergebnisse

Der optokinetisch ausgelöste Nachnystagmus fordert zum Vergleich mit dem labyrinthär ausgelösten postrotatorischen Nystagmus heraus. Während uns aber in der Cupulaablenkung bei positiver oder negativer Rotationsbeschleunigung das den Nystagmus auslösende und in seinem Ablauf bestimmende Organ wohl bekannt ist, muß der optokinetisch ausgelöste Nachnystagmus zunächst als ein erstaunliches Phänomen angesehen werden, da sein Entstehungsmechanismus nicht ohne weiteres zu erkennen ist. Die Erklärungsversuche müssen sich deshalb vorerst mit der Feststellung begnügen, daß während der optokinetischen Reizung und während des dadurch ausgelösten Nystagmusablaufes Bewegungsimpulse gespeichert werden, die nach Beendigung des Reizes zu weiteren Nystagmuszuckungen führen.

In der ersten Veröffentlichung physiologischer Daten über den optokinetischen Nystagmus durch MACKENSEN und WIEGMANN wurde die Frage aufgeworfen, ob es für die Entstehung eines optokinetischen Nachnystagmus erforderlich ist, daß zunächst der initiale optokinetische Nystagmus ungehindert abläuft. Es wäre denkbar, daß es die periodische Wiederholung motorischer Abläufe ist, die - möglicherweise über propriozeptive Erregungen - zur Prägung einer Bewegungsschablone und zur Speiche-

rung der nach Reizende langsam abklingenden Impulse führt.

Bereits aus den Untersuchungsergebnissen KOMMERELLs war jedoch zu entnehmen, daß allein die optokinetische Reizung ohne motorischen Effekt zu einer Speicherung und späteren Entladung von Bewegungsimpulsen führen kann. Er fand bei sehr kurzen Reizzeiten, die noch in Latenzzeit des optokinetischen Nystagmus fielen, Nystagmusabläufe, denen also kein initialer optokinetischer Nystagmus vorausgegangen war.

Die Untersuchungen, über die in dieser Arbeit berichtet wird, beschäftigen sich mit demselben Problem. Durch gleichzeitige Darbietung eines bewegten Reizmusters und eines unbewegten Fixierpunktes wurde eine Augenbewegung - also der Ablauf des optokinetischen Nystagmus - während der optokinetischen Reizung verhindert. Damit wurde eine übersichtlichere Reizsituation geschaffen. Während bei gleichzeitig ablaufendem optokinetischen Nystagmus sensorische Erregung und motorische Abläufe in einer sehr komplizierten Weise vermengt sind und sich gegenseitig beeinflussen, wurde bei unserer Untersuchungssituation nur das Bild des Reizmusters über die Netzhaut des praktisch stillstehenden Auges verschoben. Auf diese Weise konnte der Effekt optokinetischer Reizung allein studiert werden.

Die Hemmung des optokinetischen Nystagmus durch Fixation einer unbewegten Marke vor dem Reizmuster wurde schon von OHM (1921, 1922) beschrieben. Er fand jedoch, daß bei einigen Personen trotz der Fixation ein optokinetischer Nystagmus von geringer Frequenz und Amplitude auftrat. Auch FISCHER und KORNMÜLLER berichteten, daß die Augen trotz Fixation der unbewegten Marke nicht absolut ruhig stehen, sondern kleine nystagmusartige Zuckungen ausführen, die sie als optokinetischen Fixationsnystagmus bezeichneten. Für die in dieser Arbeit vorgelegten Untersuchungen wurden nur solche Personen herangezogen, die in der Lage waren, den unbewegten Punkt ruhig zu fixieren. Dazu wurden die gerechnet, bei denen in der elektrooculographisch registrierten Kurve keine Nystagmuszuckungen zu erkennen waren. Bereits einleitend wurde darauf hingewiesen, daß das Auflösungsvermögen der elektrooculographischen Registrierung bei etwa 1 Grad Augenbewegung liegt. Es muß demnach für möglich gehalten werden, daß Bewegungen kleinerer Dimensionen nicht ganz verhindert werden konnten. Trotzdem ist wohl der Schluß berechtigt, daß mit unserer Versuchsanordnung die Einwirkung motorischer Impulse auf den optokinetischen Nachnystagmus so gut wie völlig ausgeschaltet werden konnte.

Vergleichen wir nun den optokinetischen Nachnystagmus, der nach Hemmung des primären Nystagmus auftrat, mit dem, der ohne vorherige motorische Hemmung beobachtet wurde, so sind folgende Ergebnisse herauszustellen:

Wurde der unbewegte Punkt während der Reizung nicht dargeboten, so trat bei allen Versuchspersonen ein optokinetischer Nachnystagmus auf. Auch nach Hemmung des initialen Nystagmus kommt es mit großer Häufigkeit zum Nachnystagmus, jedoch nur bei 7 Personen - etwa 1/3 - in beiden Bewegungsrichtungen.

Betrachten wir die Einzelheiten des Ablaufes nach Hemmung des initialen Nystagmus, so müssen wir die kürzere Dauer, die geringere Frequenz, die niedrigere Amplitude und die Unregelmäßigkeit der Schlagfolge des Nachnystagmus herausheben. Oft wurden nur zu Beginn wenige, annähernd regelmäßige Rucke, beobachtet, die dann im weiteren Verlauf kleiner und seltener wurden, häufig die Richtung wechselten und schließlich mehr und mehr in ungerichtete Augenbewegungen, ähnlich groben Fixationsschwankungen, übergingen. Die beträchtlichen individuellen Unterschiede im Ablauf des optokinetischen Nachnystagmus, auf die schon in den früheren Mitteilungen aus unserer Arbeitsgruppe mehrfach hingewiesen wurde, traten nach Hemmung des initialen Nystagmus ganz besonders deutlich hervor.

Zu den besonders charakteristischen individuellen Eigentümlichkeiten ist wahrscheinlich auch die Schlagrichtungsumkehr zu rechnen. Sie trat bei meinen Versuchspersonen mehrfach auf, bei zwei Personen war die Umkehr nach vorheriger Hemmung nahezu vollkommen, der Nachnystagmus erfolgte mit Ausnahme von ganz vereinzelten Rucken ausschließlich entgegen der Richtung, in der der initiale optokinetische Nystagmus hätte schlagen müssen. Bei meinen Untersuchungen fiel auf, daß gerade dann, wenn eine besonders deutliche Schlagrichtungsumkehr im Nachnystagmus beobachtet wurde, von den Versuchspersonen über ein starkes Drehgefühl und über Schwindel während der optokinetischen Reizung bei gleichzeitiger Fixation des unbewegten Punktes geklagt wurde. Gerade die Schlagrichtungsumkehr, die bereits von GRÜTTNER beobachtet wurde, die auch KOMMERELL unter seinen Versuchspersonen fand, legt den Vergleich mit dem postrotatorischen Drehnystagmus besonders nahe. Inwieweit sich nun etwa tatsächlich die zentralen Schaltmechanismen der Nystagmusabläufe nach labyrinthärer und optokinetischer Reizung berühren, kann zunächst noch nicht gesagt werden.

In der Literatur finden sich mehrfach Hinweise darauf, daß beim optokinetischen Nystagmus häufiger eine Bevorzugung der nach links gerichteten Rucke gefunden wird. CORDS und NOLZEN fanden die Frequenz der Rechts- und Linksrucke nur bei 5% ihrer Versuchspersonen gleich, in 45% überwogen die Linksrucke, in 41% die Rechtsrucke. GÜNTHER beobachtete an 106 Augen Linksrucke 43 mal grösser, die Rechtsrucke 21 mal. 42 mal waren die Rucke in

beiden Richtungen gleich. ROELOFS und van der BEND sind der Meinung, daß optokinetischer Nystagmus bei Bewegungen der Reizobjekte von links nach rechts leichter auftritt. Seitendifferenzen kommen beim optokinetischen Nystagmus so häufig vor, daß sie - solange sie sich in mäßigen Dimensionen bewegen - nicht als pathologisch angesehen werden können. GRÜTTNER sah in dieser Unterschiedlichkeit der Nystagmusabläufe bei verschiedenen Bewegungsrichtungen einen Hinweis auf die auch normalerweise vorhandene Asymmetrie des Augenmuskelapparates, vor allem seines zentralen nervösen Anteils. Auch bei der Auswertung unserer Untersuchungsergebnisse stellte sich bei der größeren Anzahl der Versuchspersonen ein Überwiegen des Linksnachnystagmus heraus. Zur Frage des Zusammenhanges einer Seitendifferenz mit der Händigkeit, wie sie von CAMISASCA und RIZZIO aufgeworfen wurde, können wir deshalb nicht Stellung nehmen, weil diese Fragestellung erst bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse auftrat.

Meine Untersuchungen bestätigen demnach die bereits aus KORNERELLs Befunden gezogenen Schlüsse, daß für das Auftreten eines optokinetischen Nachnystagmus nur die Speicherung der sensorischen Impulse erforderlich ist. Nachnystagmus tritt auch auf, wenn kein initialer optokinetischer Nystagmus vorausgegangen ist. Dennoch muß hervorgehoben werden, daß der optokinetische Nachnystagmus - mit seltenen Ausnahmen - wesentlich kräftiger ausgeprägt ist, und längere Zeit anhält, wenn ein initialer optokinetischer Nystagmus vorausgegangen ist. Diese Differenz der Befunde könnte folgendermaßen erklärt werden:

1.) Es ist möglich, daß die für die Hemmung des Nystagmus erforderliche Aufmerksamkeitskonzentration auf den Fixierpunkt die optokinetische Erregung dämpft.

2.) Es ist denkbar, daß nicht nur optokinetische Erregung gespeichert wird, sondern daß auch die motorischen Abläufe des optokinetischen Nystagmus propriozeptiv zu einer Verstärkung der Erregungsspeicherung führen.

V. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde an 20 Versuchspersonen mit regelrechtem Augenbefund das Verhalten des optokinetischen Nachnystagmus nach vorher normal ablaufendem Nystagmus und nach Hemmung des initialen Nystagmus untersucht.

Als Reizvorrichtung diente eine Perimeterhalbkugel, auf deren Innenfläche mit Hilfe eines Drehzylinders ein Streifenmuster projiziert wurde.

Für den ersten Teil der Versuche zur Auslösung eines regulären optokinetischen Nystagmus wurde eine Reizmustergeschwindigkeit von $60^{\circ}sec^{-1}$ gewählt. Während der Darbietung des Fixationspunktes lief das Streifenmuster jeweils mit der relativen Streifengeschwindigkeit. Die Reizzeit betrug bei allen Versuchen 1 Minute. Nach der optokine-

tischen Reizung wurde der optokinetische Nachnystagmus bei völliger Dunkelheit elektrisch registriert.

Nach vorausgegangenem optokinetischen Nystagmus war bei allen Versuchspersonen ein optokinetischer Nachnystagmus zu beobachten. Gewisse Eigentümlichkeiten des optokinetischen Nachnystagmus wie seine Dauer, Frequenz, Amplitude und die Regelmäßigkeit seiner Schlagfolge traten als individuelles Charakteristikum immer wieder hervor.

Durch Fixation eines unbewegten Punktes während der Reizung wurde der optokinetische Nystagmus gehemmt.

Als Folge des optokinetischen Reizes allein, ohne primären Nystagmus, zeigten 7 Versuchspersonen einen optokinetischen Nachnystagmus in beiden Drehrichtungen. Bei 8 Personen trat er nur in einer Drehrichtung auf, bei 5 Personen wurde er überhaupt nicht beobachtet.

Nach vorheriger Hemmung hatte der optokinetische Nachnystagmus eine sehr kleine Frequenz und Amplitude und zeigte in seinem Verlauf große Unregelmäßigkeiten. Sein Ende war oft schwer festzulegen.

Eine Ruckrichtungsumkehr wurde sowohl ohne, als auch nach Hemmung des primären Nystagmus beobachtet. Im letzten Falle war sie besonders deutlich.

Seitendifferenzen in der Ausprägung von Rechts- und Linksnachnystagmus traten mehrfach auf. Der Linksnystagmus schien öfter bevorzugt zu sein. Eine statistische Auswertung wurde wegen der geringen Zahl der Versuchspersonen nicht vorgenommen.

Literatur

ADAMS, A. - Zur Frage der optokinetischen Erregungsnachdauer.
Graefes Arch.Ophthalm. 161,334-340 (1959)

BRAAK, J.W.G.,Ter - Untersuchungen über optokinetischen Nystagmus.
Arch.neerl.Physiol. 21, 309-376 (1936)

CAMISASCA, L. - Il postnistagmo ottico-cinetico.
Osp.Civ.,Venezia.Ann.di Laring.ecc. 47, 35-52 (1948)

ders. u. RIZZO, E.M. - Asimmetrie spontanee nel nistagmo ottico-cinetico e dominanza emisferia.
Riv.oto-neuro-oftalm. 28, 185-200 (1953)

CORDS, R. - Bewegungsnachbild und optokinetisches Augenrucken.
Graefes Arch.Ophthalm. 121,163-165 (1928)

ders. u. NOLZEN, L. - Weitere Untersuchungen über den optokinetischen (optomotorischen) Nystagmus.
Graefes Arch.Ophthalm. 120,506-525 (1928)

FISCHER, M.H. u. KORNMÜLLER, A.E.
- Optokinetisch ausgelöste Bewegungswahrnehmungen und optokinetischer Nystagmus.
J.Psychol.u.Neurol. 41, 273-308 (1930)

FOX, J.Ch., COUCH, F.H. u. DODGE, R.
- Optic nystagmus. IV.Psychologic conditions.
Arch.of Neur. 26, 23-35 (1931)

GRÜTTNER, R. - Experimentelle Untersuchungen über den optokinetischen Nystagmus.
Z.Sinnesphysiol. 68, 1-48 (1939)

GÜNTHER, G. - Das optokinetische Minimum bei der objektiven Sehschärfenbestimmung.
Klin.Mbl.Augenhk. 113,300 (1948)

HOFMANN, F.B. - Die Lehre vom Raumsinn.
Im Graefe-Saemisch Handb.Augenhk.
2. Aufl.,Bd.3,Kap.13, d.Springer,
Berlin 1925

KESTENBAUM, A. - Frequenz und Amplitude des Nystagmus.
Graefes Arch.Ophthalm. 124, 359-369 (1924)

KOMMERELL, G. - Der optokinetische Nachnystagmus in Abhängigkeit von der Reizzeit. Inaug.Diss. Tübingen 1959

KRIEGER, H.P. u. BENDER, M.B. - Optokinetic afternystagmus in the monkey. EEG clin.Neurophysiol. 8,97-106 (1956)

MACKENSEN, G. - Untersuchungen zur Physiologie des optokinetischen Nystagmus. Über Möglichkeiten einer willkürlichen Beeinflussung des Nystagmus. Klin.Mbl.Augenhk. 123,133-143 (1953)

ders. u. HARDER, S. - Untersuchungen zur elektrischen Aufzeichnung von Augenbewegungen. Graefes Arch.Ophthalm. 155,397-412 (1954)

ders. u. WIEGMANN, O. - Untersuchungen zur Physiologie des optokinetischen Nachnystagmus. I.Mitteilung. Graefes Arch.Ophthalm. 160,497-509 (1959)

ders., KOMMERELL, G. u. SILBEREISEN, D. - Untersuchungen zur Physiologie des optokinetischen Nachnystagmus. II. Mitteilung. Graefes Arch.Ophthalm. 163,170-187 (1961)

OHM, J. - Über optischen Drehnystagmus. Klin.Mbl.Augenhk. 68, 234-235 (1921)

ders. - Die klinische Bedeutung des optischen Drehnystagmus. Klin.Mbl.Augenhk. 68, 323-355 (1922)

ders. - Die Mikroneurologie des Auges und seiner Bewegung. Ferdinand Enke Stuttgart 1943

ROELOFS, C.O. u. van der BEND, J.H. - Betrachtungen und Untersuchungen über den optokinetischen Nystagmus. Arch.Augenhk. 102, 551-625 (1930)

SILBEREISEN, D. - Individuelle Unterschiede im Ablauf des optokinetischen Nachnystagmus. Inaug.Diss. Tübingen 1960

WIEGMANN, O. - Der optokinetische Nachnystagmus in Abhängigkeit von der Drehrichtung und der Winkelgeschwindigkeit des Reizmusters. Inaug.Diss. Tübingen 1958

Herrn Professor Dr. H. H a r m s ´ sage ich Dank für die großzügige Gewährung guter Arbeitsmöglichkeiten an seiner Klinik.

Besonders herzlich danke ich Herrn Dozenten Dr. G. M a c k e n s e n für die Überlassung des Themas, die Einführung in das Arbeitsgebiet der optokinetischen Nystagmographie und die freundliche Anleitung und Unterstützung bei meinen Untersuchungen.

Allen übrigen Mitarbeitern der Universitäts-Augenklinik, die beim Zustandekommen dieser Arbeit mitgewirkt haben, insbesondere Frl. J. V o g t für die technische Hilfe bei der Durchführung der Versuche sei an dieser Stelle gedankt.

L e b e n s l a u f

Am 26. September 1926 wurde ich, Ursula Rudolph geb. Wirthgen, als Tochter des Fabrikanten Rudi Wirthgen und seiner Ehefrau Klara geb. Becher in Gräfenroda/Thür. geboren.

Die Volksschule besuchte ich von 1933 - 1937 in Gräfenroda. Von 1937 - 1945 absolvierte ich die Oberschule in Arnstadt, die ich wegen Einberufung zum Arbeitsdienst mit dem Reifevermerk verließ.

Vor dem Medizinstudium, das ich erst 1954 aufnehmen konnte, war ich als Krankenschwester in den Universitäts-Kliniken in Jena tätig. Die vorklinischen Semester absolvierte ich in Jena, die klinischen in Jena und Tübingen. 1956 legte ich in Jena das Physikum ab. Am 28. Juni 1960 bestand ich in Tübingen das medizinische Staatsexamen. Seit dem 1. Oktober 1960 arbeite ich als Medizinalassistentin, seit 15. September 1961 an der Universitäts-Augenklinik in Tübingen.